第３講　摩擦力，運動方程式

WORK　3

《静止摩擦力》

静止摩擦力は，物体が面に対して[1]時に作用する摩擦力で，その大きさはその時々の力のつり合いなどに応じて[2]する。最大値（限界値）が存在し，これを[3]という。[3]の大きさは，物体がその面から受ける垂直抗力の大きさ N，静止摩擦係数 μ を用いて，[4]と書ける。

《動摩擦力》

動摩擦力は，物体が面に対して[5]時に作用する摩擦力で，その大きさは，物体がその面から受ける垂直抗力の大きさ N，動摩擦係数 μ' を用いて，常に[6]と書ける。

《運動の法則》

物体に力が作用すると，物体には力と[7]の加速度が生じる。これを[8]の法則という。生じる加速度 a［$\mathrm{m/s^2}$］は，物体の質量 m［kg］に反比例し，力 F［N］に比例する。これを数式で書くと

[9]

となる。この式を[10]という。

〈運動方程式を立てるときの手順〉

(i)　注目した物体が受けている力を矢印で図示。

(ii)　加速度を設定。

(iii)　$ma=$[　　]の形に立式。

↑ここには物体にかかる力を並べる。
（a と同じ向きの力は ＋，逆向きの力は －）

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜ Note ＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

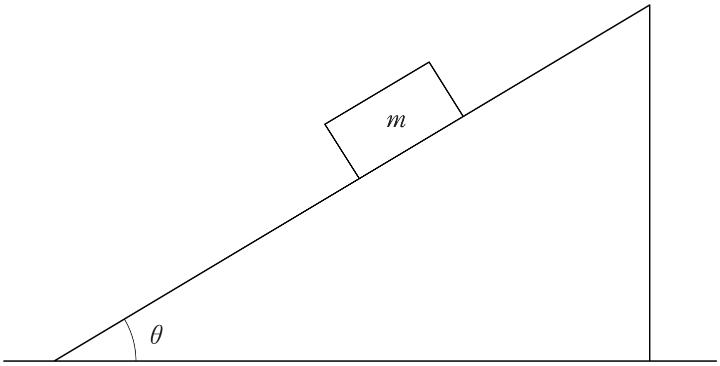
1

　水平となす角 θ の斜面がある。図のように，この斜面上に質量 m の物体を静かに置いたところ，物体は斜面上で静止した。物体と斜面の静止摩擦係数を μ_0，動摩擦係数を μ とする。また，重力加速度の大きさを g とする。

(1)　このとき，物体にはたらいている垂直抗力の大きさと静止摩擦力の大きさはそれぞれいくらか。

(2)　角度 θ を大きくしていくと，ある θ_0 のときに物体は斜面に沿って下向きにすべり出した。$\tan\theta_0$ を求めよ。

(3)　角度を θ_1（$> \theta_0$）とするとき，物体が斜面をすべり降りる間の加速度を求めよ。



©RECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

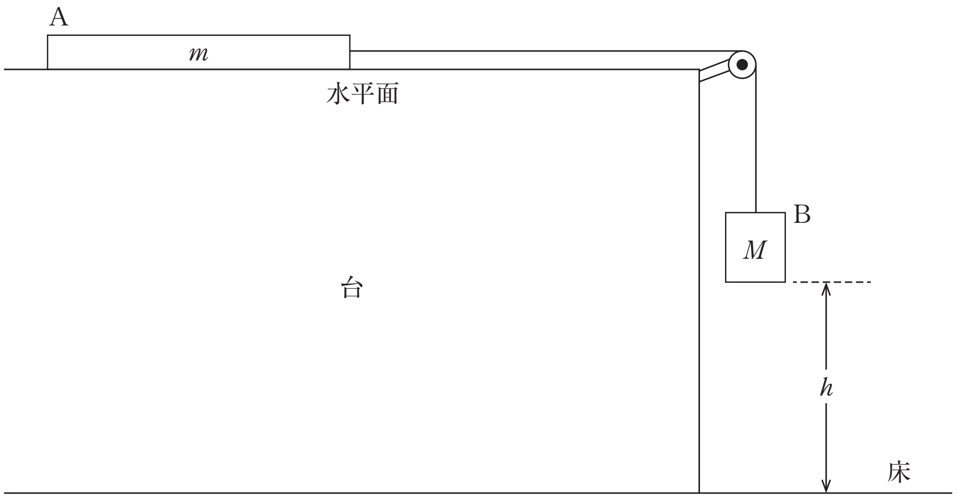
＜ Note ＞

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

2

なめらかな水平面をもつ台を水平な床面上に固定する。図のように，質量 m の板Ａと質量 M の小物体Ｂを軽い糸でつなぎ，Ａを台の水平面上に置いて手で押さえて静止させ，台の水平面の右端に取り付けた軽い滑車を通して，Ｂを静かにつり下げる。このとき，糸は台の水平面に平行であり，小物体Ｂの床面からの高さは h であるとする。ここで，静かに手を離すと，板Ａは水平方向右向きに，小物体Ｂは鉛直方向下向きに等加速度運動を始めた。重力加速度の大きさを g とする。



(1)　板Ａと小物体Ｂが等加速度運動をしているとき，ＡとＢの加速度の大きさを a，ＡとＢをつないだ糸の張力の大きさを T とする。このときの板Ａ，小物体Ｂの運動方程式を書け。

(2)　板Ａと小物体Ｂの加速度の大きさ a はいくらか。

(3)　張力 T の大きさはいくらか。

(4)　小物体Ｂが床面に達したときの板Ａの速さはいくらか。

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

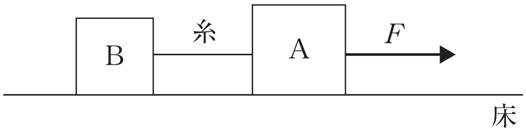
< Note >

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第３講　確認テスト

図のように，水平面上に質量 M［kg］の物体Ａと質量 m［kg］の物体Ｂを軽い糸でつなぎ，物体Ａに大きさ F［N］の力を水平右向きに加えたところ，２つの物体は等加速度運動をはじめた。物体Ａには動摩擦力ははたらかず，物体Ｂと床との間には動摩擦係数 μ の動摩擦力がはたらく。重力加速度の大きさを g［$\mathrm{m/s^2}$］として，次の問いにそれぞれ番号で答えよ。



⑴　物体Ｂに床がおよぼす垂直抗力の大きさを求めよ。

①　Mg　②　mg　③　μMg　④　μmg　⑤　$\mu(M+m)g$　⑥　0

⑵　物体Ｂが床から受ける動摩擦力の大きさを求めよ。

①　Mg　②　mg　③　μMg　④　μmg　⑤　$\mu(M+m)g$　⑥　0

⑶　糸の張力の大きさを T［N］，物体の加速度の大きさを a［$\mathrm{m/s^2}$］とし，物体Ａ，Ｂについてそれぞれ運動方程式を立てよ。ただし，大きさ F［N］の力の向きを正とする。

①　$Ma=T$　②　$Ma=F$　③　$Ma=F-T$
④　$Ma=T-F$　⑤　$ma=T-\mu mg$　⑥　$ma=F-\mu mg$
⑦　$ma=F-T-\mu mg$　⑧　$ma=T-F-\mu mg$

⑷　加速度の大きさを求めよ。

①　$\dfrac{F-\mu mg}{m}$　②　$\dfrac{F-\mu mg}{M}$　③　$\dfrac{F-\mu mg}{m+M}$　④　$\dfrac{mF}{m+M}$

⑸　糸の張力の大きさを求めよ。

①　$\dfrac{F-\mu mg}{m}$　②　F　③　$\dfrac{F}{m+M}$　④　$\dfrac{m(F+\mu Mg)}{m+M}$

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第３講　解答

WORK

《静止摩擦力》

1	すべっていない	2	変化	3	最大静止摩擦力	4	μN

《動摩擦力》

5	すべって	6	$\mu' N$

《運動の法則》

7	同じ向き	8	運動	9	$ma=F$	10	運動方程式

1

(1)　垂直抗力：$mg\cos\theta$　摩擦力：$mg\sin\theta$

(2)　$\tan\theta_0=\mu_0$

(3)　$g(\sin\theta_1-\mu\cos\theta_1)$

2

(1)　A：$ma=T$　　B：$Ma=Mg-T$

(2)　$\dfrac{M}{M+m}g$

(3)　$\dfrac{mM}{M+m}g$

(4)　$\sqrt{\dfrac{2Mgh}{M+m}}$

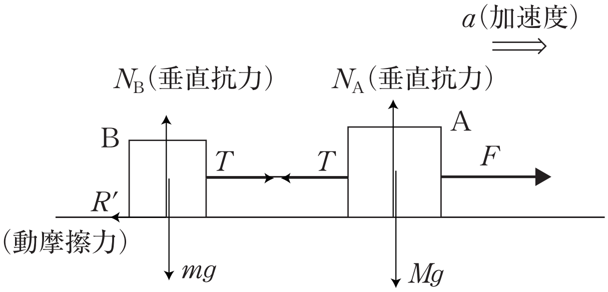
ⒸRECRUIT HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第３講　確認テスト

【解答】

(1)　②　　(2)　④　　(3)　A：③　B：⑤　　(4)　③　　(5)　④

【解説】



(1)　B について，鉛直方向の力のつりあい

$N_B = \underline{mg}$

(2)　(1)より，

$R' = \mu N_B = \underline{\mu mg}$

(3)　運動方程式は，

A：$\underline{Ma = F - T}$　……Ⓐ　　B：$\underline{ma = T - \mu mg}$　……Ⓑ

(4)　Ⓐ＋Ⓑより

$(M+m)a = F - \mu mg$　　$a = \underline{\dfrac{F - \mu mg}{M+m}}$　……Ⓒ

(5)　ⒸをⒷに代入して，

$T = \dfrac{m(F + \mu Mg)}{M+m}$

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。